

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **06076193 A**

(43) Date of publication of application: **18.03.94**

(51) Int. Cl.

G08C 17/00

G01D 21/00

// H01L 21/302

(21) Application number: **05132150**

(22) Date of filing: **02.06.93**

(30) Priority: **10.06.92 JP 04150755**

(71) Applicant: **SEIKO EPSON CORP**

(72) Inventor:
SOGA HARUAKI
MORI YOSHIKI
HAYAKAWA MOTOMU

(54) **METHOD AND DEVICE FOR MEASURING
INFORMATION IN VACUUM CHAMBER**

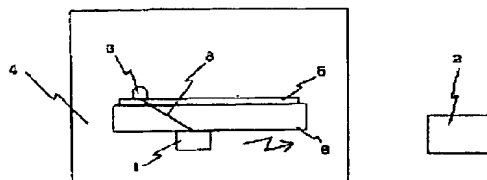
3 can be obtained.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To measure information in a vacuum chamber simply and in time series and to transmit it to the outside of the vacuum chamber by transmitting data measured by a sensor in the vacuum chamber by radio.

CONSTITUTION: A substrate 5 to be processed in the vacuum chamber 4 is set on a substrate holder 6 to be processed, and the sensor 3 which measures temperature, processing speed (film thickness, etc.), pressure, and a plasma parameter (floating potential), etc., that are the information is mounted on the substrate 5 to be processed. The information detected by the sensor 3 is converted to radio information by a transmitter connected to the sensor 3 by an electric cable 8 and a sensor information processor 1, and is sent to the outside of the vacuum chamber 4. A receiver and a sensor information processor 2 installed outside the vacuum chamber 4 receive the radio information sent from the transmitter and the sensor information processor 1, and the information detected by the sensor



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-76193

(43)公開日 平成 6 年(1994) 3 月18日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 8 C 17/00	Z	6964-2F		
G 0 1 D 21/00	M	7809-2F		
// H 0 1 L 21/302	E	9277-4M		

審査請求 未請求 請求項の数17(全 13 頁)

(21)出願番号 特願平5-132150

(22)出願日 平成 5 年(1993) 6 月 2 日

(31)優先権主張番号 特願平4-150755

(32)優先日 平 4 (1992) 6 月10日

(33)優先権主張国 日本 (J P)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号

(72)発明者 曾我 春昭

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコ
ーエプソン株式会社内

(72)発明者 森 義明

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコ
ーエプソン株式会社内

(72)発明者 早川 求

長野県諏訪市大和 3 丁目 3 番 5 号 セイコ
ーエプソン株式会社内

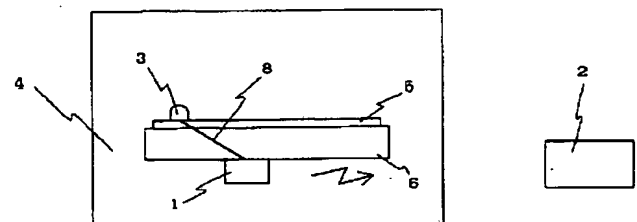
(74)代理人 弁理士 鈴木 喜三郎 (外 1 名)

(54)【発明の名称】 真空チャンバー内の情報計測方法およびその装置

(57)【要約】

【目的】 被処理基板が移動していくマルチチャンバー構成等の真空装置であっても、真空チャンバー内の情報、特に被処理基板表面の情報である温度、膜厚、フローティングポテンシャル等を簡単にかつ連続的に測定し、真空チャンバーの外に伝達する方法、およびその装置を提供しようとするものである。

【構成】 真空チャンバー内に情報を計測するためのセンサーを配し、このセンサーにより計測したデータを無線で真空チャンバー外へ送信し、真空チャンバー外に設けた受信機で受信して真空チャンバー内の情報を真空チャンバー外に伝達する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空チャンパー内の情報を計測し伝達する方法であって、前記真空チャンパー内に情報を計測するためのセンサーを配し、前記センサーにより計測した情報を無線で真空チャンパー外へ送信し、真空チャンパー外に設けた受信機で受信することで真空チャンパー内の情報を真空チャンパー外に伝達することを特徴とする真空チャンパー内の情報計測方法。

【請求項2】 真空チャンパー内の情報を計測し伝達する装置であって、前記真空チャンパー内に、情報を計測するためのセンサーと、前記センサーにより計測した情報を無線で送信するための信号に変換する変調回路と、前記変調回路からの信号を無線で送信する送信回路と、かつ真空チャンパー外に、前記送信回路より送信された情報を受信するための受信回路と、前記受信回路からの信号を前記センサーが計測した情報に変換する復調回路を具備することを特徴とする真空チャンパー内の情報計測装置。

【請求項3】 真空チャンパー内の情報を計測する前記センサーを複数個設け、前記複数個のセンサーを真空チャンパー内の複数カ所に配置することを特徴とする請求項1に記載の真空チャンパー内の情報計測方法。

【請求項4】 真空チャンパー内から送信しかつ真空チャンパー外で受信する無線のキャリア周波数を複数波使用し、前記複数個のセンサーが計測する複数の情報を、各々の前記キャリア周波数に割り当てて送受信することで情報を伝達することを特徴とする請求項3に記載の真空チャンパー内の情報計測方法。

【請求項5】 前記複数個のセンサーから得られる複数の情報を、一つずつ順に時分割で送受信することで情報を伝達することを特徴とする請求項3に記載の真空チャンパー内の情報計測方法。

【請求項6】 前記センサーにより計測した情報をパルス列の時間間隔で表現し、前記パルス列により真空チャンパー内から送信しかつ真空チャンパー外で受信する無線のキャリア周波数のパルスバースト波を生成して情報を伝達することを特徴とする請求項1に記載の真空チャンパー内の情報計測方法。

【請求項7】 前記センサーにより計測した情報をデジタルコード列で表現し、前記デジタルコード列により真空チャンパー内から送信しかつ真空チャンパー外で受信する無線のキャリア周波数のパルスバースト波を生成して情報を伝達することを特徴とする請求項1に記載の真空チャンパー内の情報計測方法。

【請求項8】 真空チャンパー内の環境変化あるいは真空チャンパー内に配置する回路部の経時変化に应答し、真空チャンパー内の環境変化あるいは真空チャンパー内に配置する回路部の経時変化により発生する前記センサーの計測した情報の計測誤差を検出する誤差検出回路を具備することを特徴とする請求項2に記載の真空チャン

パー内の情報計測装置。

【請求項9】 真空チャンパー内から送信しかつ真空チャンパー外で受信する無線のキャリア周波数を選択的に切り換えるキャリア周波数切換回路を、前記送信回路および前記受信回路に付加することを特徴とする請求項2に記載の真空チャンパー内の情報計測装置。

【請求項10】 真空チャンパー外に配置する回路部に無線の受信状態の良否を監視する受信モニター回路を付加することを特徴とする請求項2に記載の真空チャンパー内の情報計測装置。

【請求項11】 真空チャンパー内に配置する回路部の電源として、一次電池あるいは二次電池を具備することを特徴とする請求項2に記載の真空チャンパー内の情報計測装置。

【請求項12】 真空チャンパー内に配置する前記回路部の電源に電源電圧を一定に保つ定電圧回路を付加することを特徴とする請求項11に記載の真空チャンパー内の情報計測装置。

【請求項13】 真空チャンパー内に配置する前記回路部と前記回路部の電源を別体とする構成とし、前記回路部と前記回路部の電源を接続あるいは分離することを特徴とする請求項11に記載の真空チャンパー内の情報計測装置。

【請求項14】 真空チャンパー内に配置する前記センサーの配置場所と、真空チャンパー内に配置する前記センサー以外の回路部の配置場所を別に定めて配置することを特徴とする請求項2に記載の真空チャンパー内の情報計測装置。

【請求項15】 真空チャンパー内に配置する回路部周囲を、真空チャンパー内に配置する回路部に使用する材料からの放出ガスを遮断する材料で覆う、あるいは真空チャンパー内に配置する回路部に、前記放出ガスを遮断する処理を施すことを特徴とする請求項2に記載の真空チャンパー内の情報計測装置。

【請求項16】 前記センサーにより計測する情報と、前記センサーとは別のセンサーで計測する情報との差あるいは比、または前記センサーとは別のセンサーで計測する情報自体を補正值として、前記センサーの計測する情報計測範囲内の複数ポイントにおいてあらかじめ算出して記憶しておき、真空チャンパー内で前記センサーにより計測した情報を前記補正值により補正することを特徴とする請求項2に記載の真空チャンパー内の情報計測装置。

【請求項17】 前記センサーにより計測した情報を、前記センサーが計測対象とした真空チャンパーを持つ真空装置あるいは前記真空装置に係わる前後工程プロセスを構成する装置における装置稼動条件の制御情報として使用することを特徴とする請求項2に記載の真空チャンパー内の情報計測装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は半導体、液晶パネルなどに用いられる真空装置における真空チャンバー内の情報、特に真空チャンバー内で加工処理対象となる半導体ウェハーまたはガラス基板である被処理基板の情報を計測し伝達する方法、およびその装置に関する。

【0002】

【従来の技術】真空チャンバー内部の情報として、圧力、温度、ガス種、プラズマパラメータ（フローティングポテンシャル）、処理速度（膜厚）等が考えられる。従来これらの情報を計測するには固定式のセンサーを用い、かつそれに接続した電気ケーブルで真空チャンバー外へ情報を取り出す方法が一般的である。この際、なんらかの方法で真空のシールを必要とする。

【0003】図14は従来の真空チャンバー内の情報計測装置例である。

【0004】真空チャンバー4内の被処理基板5は、被処理基板ホルダー6上にセットされ、被処理基板5には被処理基板表面の情報である温度、膜厚、圧力、フローティングポテンシャル等を計測するセンサー3が取り付けられている。センサー3が検出する情報は、センサー3に接続した電気ケーブル8を通して、真空チャンバー4の外にあるセンサー信号処理装置7に伝えられ、計測結果を得る。

【0005】またセンサー3は被処理基板5上の情報計測に限らず、真空チャンバー4内の各所に配置して情報を計測している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし前述の従来技術では最も知りたい被処理基板表面の情報すなわち温度、膜厚、フローティングポテンシャル等を計測する場合、特に被処理基板が加工処理に従って移動する構成の真空装置においては内部の電気ケーブルの引き回しが難しいという問題を有する。

【0007】また、マルチチャンバー構成の真空装置では真空バルブにより各真空室が密閉されるため事実上計測は不可能であった。

【0008】そこで本発明はこのような問題点を解決するもので、その目的とするところはどのような構成の真空装置であっても、真空チャンバー内の情報特に被処理基板表面の情報を簡単にかつ時系列的に測定し、真空チャンバーの外に伝達する方法、およびその装置を提供するところにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の真空チャンバー内の情報計測方法は、真空チャンバー内の情報を計測し伝達する方法であって、前記真空チャンバー内に情報を計測するためのセンサーを配し、前記センサーにより計測した情報を無線で真空チャンバー外へ送信し、真空チャンバー外に設けた受信機で受信することで真空チャン

バー内の情報を真空チャンバー外に伝達することを基本的な特徴とする。

【0010】また、真空チャンバー内の情報を計測する前記センサーを複数個設け、前記複数個のセンサーを真空チャンバー内の複数カ所に配置することが望ましく、その際には、真空チャンバー内から送信しかつ真空チャンバー外で受信する無線のキャリア周波数を複数波使用し、前記複数個のセンサーが計測する複数の情報を、各々の前記キャリア周波数に割り当てて送受信することで情報を伝達すること、あるいは、前記複数個のセンサーから得られる複数の情報を、一つずつ順に時分割で送受信することで情報を伝達することが望ましい。

【0011】さらに、前記センサーにより計測した情報をパルス列の時間間隔で表現し、前記パルス列により真空チャンバー内から送信しかつ真空チャンバー外で受信する無線のキャリア周波数のパルスバースト波を生成して情報を伝達すること、あるいは、前記センサーにより計測した情報をデジタルコード列で表現し、前記デジタルコード列により真空チャンバー内から送信しかつ真空チャンバー外で受信する無線のキャリア周波数のパルスバースト波を生成して情報を伝達することが望ましい。

【0012】本発明の真空チャンバー内の情報計測装置は、真空チャンバー内の情報を計測し伝達する装置であって、前記真空チャンバー内に、情報を計測するためのセンサーと、前記センサーにより計測した情報を無線で送信するための信号に変換する変調回路と、前記変調回路からの信号を無線で送信する送信回路と、かつ真空チャンバー外に、前記送信回路より送信された情報を受信するための受信回路と、前記受信回路からの信号を前記センサーが計測した情報に変換する復調回路を具備することを基本的な特徴とする。

【0013】また、真空チャンバー内の環境変化あるいは真空チャンバー内に配置する回路部の経時変化に应答し、真空チャンバー内の環境変化あるいは真空チャンバー内に配置する回路部の経時変化により発生する前記センサーの計測した情報の計測誤差を検出する誤差検出回路を具備することが望ましい。

【0014】さらに、真空チャンバー内から送信しかつ真空チャンバー外で受信する無線のキャリア周波数を選択的に切り換えるキャリア周波数切換回路を、前記送信回路および前記受信回路に付加することが望ましい。

【0015】加えて、真空チャンバー外に配置する回路部に無線の受信状態の良否を監視する受信モニター回路を付加することが望ましい。

【0016】また、真空チャンバー内に配置する回路部の電源として、一次電池あるいは二次電池を具備することが望ましく、その際には、真空チャンバー内に配置する前記回路部の電源に電源電圧を一定に保つ定電圧回路を付加することや、真空チャンバー内に配置する前記回路部と前記回路部の電源を別体とする構成とし、前記回

路部と前記回路部の電源を接続あるいは分離することが望ましい。

【0017】また、本発明の真空チャンバー内の情報計測装置は、真空チャンバー内に配置する前記センサーの配置場所と、真空チャンバー内に配置する前記センサー以外の回路部の配置場所を別に定めて配置することを特徴とする。

【0018】また、本発明の真空チャンバー内の情報計測装置は、真空チャンバー内に配置する回路部周囲を、真空チャンバー内に配置する回路部に使用する材料からの放出ガスを遮断する材料で覆う、あるいは真空チャンバー内に配置する回路部に、前記放出ガスを遮断する処理を施すことを特徴とする。

【0019】また、本発明の真空チャンバー内の情報計測装置は、前記センサーにより計測する情報と、前記センサーとは別のセンサーで計測する情報との差あるいは比、または前記センサーとは別のセンサーで計測する情報自体を補正值として、前記センサーの計測する情報計測範囲内の複数ポイントにおいてあらかじめ算出して記憶しておき、真空チャンバー内で前記センサーにより計測した情報を前記補正值により補正することを特徴とする。

【0020】また、本発明の真空チャンバー内の情報計測装置は、前記センサーにより計測した情報を、前記センサーが計測対象とした真空チャンバーを持つ真空装置あるいは前記真空装置に係わる前後工程プロセスを構成する装置における装置稼動条件の制御情報として使用することを特徴とする。

【0021】

【作用】本発明の上記の構成によれば、真空チャンバー内の情報、特に移動しながら加工処理されていく被処理基板上の情報被処理基板上に配置したセンサーで計測され、計測された情報はコードレスの無線手段により連続的に真空チャンバー外へ伝達される。無線手段はコードレスなので、被処理基板の移動状況に左右されない。また真空チャンバー内のセンサー以外の回路部は被処理基板ホルダーに設置することで、被処理基板と連動して移動しながらも、被処理基板上にかかる熱やプラズマといった環境外にすることができる。

【0022】

【実施例】以下、本発明について図面に基づいて詳細に説明する。

【0023】図1は本発明の一実施例に係る、真空チャンバー内の情報計測装置である。

【0024】真空チャンバー4内の被処理基板5は、被処理基板ホルダー6上にセットされ、被処理基板5には被処理基板表面の情報である温度、処理速度（膜厚等）、圧力、プラズマパラメータ（フローティングポテンシャル）等を計測するセンサー3が取り付けられている。センサー3が検出する情報は、センサー3と電気ケ

ーブル8で接続された送信機及びセンサー情報処理装置1により無線情報に変換されて真空チャンバー4の外に送られる。真空チャンバー4の外にある受信機及びセンサー情報処理装置2は、送信機及びセンサー情報処理装置1により送られてきた無線情報を受信し、受信した無線情報からセンサー3の検出した情報を得る。

【0025】送信機及びセンサー情報処理装置1の取り付け位置は、被処理基板5が真空チャンバー4内の定位置に固定され移動しない構成の場合は、真空チャンバー4内であればどの位置でもよいが、被処理基板5が真空チャンバー4内を移動していくインライン構成あるいはマルチチャンバー構成や、被処理基板5を回転運動させる構成では、センサー3とは別に定めて配置するのがよい。この場合の送信機及びセンサー情報処理装置1の取り付けは、被処理基板5に付随して移動するセンサー3との接続に支障がないように、送信機及びセンサー情報処理装置1を被処理基板5に直接取り付けるか、図1に示すように被処理基板5を搬送する被処理基板ホルダー6といった、被処理基板5との位置関係が変化しない一定距離範囲内に保たれる場所に取り付けておけばよい。送信機及びセンサー情報処理装置1は、この取り付け方法により、センサー3から得られる計測情報を途切れることなく送信することができる。さらに、送信機及びセンサー情報処理装置1を被処理基板ホルダー6といった、被処理基板5との位置関係が変化しない一定距離範囲内に保たれる場所に取り付ける場合には、被処理基板5にかかる作用（温度、電圧、プラズマ等）による送信機及びセンサー情報処理装置1への影響を少なくする効果と、被処理基板5上に重量物である送信機及びセンサー情報処理装置1の取り付け構造を必要としない簡便さがある。

【0026】また、センサー3と送信機及びセンサー情報処理装置1を、真空チャンバー4の側壁あるいは真空雰囲気中に取り付け、被処理基板5の表面情報以外を検出する構成もとることができる。この場合は図14に示す従来の方式である、固定式のセンサー3を用いかつそれに接続した電気ケーブル8で真空チャンバー4の外へ情報を取り出す方法に比較し、真空のシールを必要としない点と、センサー取り付け位置の変更が容易なこと、また特に真空チャンバー4の完成後に後で情報計測装置を取り付ける必要が生じた場合に真空チャンバー4の改造工事を一切必要としない点において優れている。

【0027】図2は本発明の一実施例に係る、多点計測用の真空チャンバー内の情報計測装置である。

【0028】真空チャンバー4内の被処理基板5は、被処理基板ホルダー6上にセットされ、被処理基板5には被処理基板表面の情報である温度、膜厚、圧力、フローティングポテンシャル等を計測するセンサー3が複数個取り付けられている。センサー3が検出する情報は、センサー3と電気ケーブル8で接続された送信機及びセン

サー情報処理装置1により無線情報に変換されて真空チャンバー4の外に送られる。真空チャンバー4の外にある受信機及びセンサー情報処理装置2は、送信機及びセンサー情報処理装置1により送られてきた無線情報を受信し、受信した無線情報からセンサー3の検出した情報を得る。

【0029】このように、被処理基板5に取り付けるセンサー3を被処理基板5上の一カ所に限らず複数カ所に設置することで、計測情報量の分布を把握することができ、計測時間軸と合わせて二次元データを得ることができる。

【0030】図3は本発明の一実施例に係る、真空チャンバー内の情報計測装置の主要構成図である。

【0031】センサー回路11から得られる情報は、変調回路12により送信回路13が必要とする電気信号に変換される。送信回路13は変調回路12から得られる電気信号をもとに無線情報19を生成し、送信アンテナ14から無線情報を送信する。受信回路16は、受信アンテナ15を通して受信した無線情報19を電気信号に変換して、復調回路17に送る。復調回路17は、受信回路16からの電気信号をセンサー回路11が得た計測情報に変換して処理・表示手段18に送る。処理・表示手段18は、センサー回路11が得た計測情報に補正・変換等を加え必要な情報を取り出し、計測結果の出力あるいは記憶あるいは他回路の制御を担当する。

【0032】センサー回路11で使用するセンサーは、温度を計測する場合は、サーミスタ、白金測温抵抗体、熱電対を、膜厚を計測する場合はセンサーに生成される膜厚により振動周波数が安定的に変化する膜厚計測用水晶振動子を、圧力を計測する場合は圧力変化により振動周波数が安定的に変化する圧力計測用水晶振動子を、フローティングポテンシャルを計測する場合は電圧検出素子を使用する。

【0033】図4は本発明に係る、真空チャンバー内の情報として温度を計測する情報計測装置の送信回路図である。

【0034】NTCサーミスタ21は、温度が上昇すると電気抵抗が減少する性質を有する温度センサーである。このNTCサーミスタ21を抵抗分とし、コンデンサ22及びインバータ24で発振回路29が構成される。この発振回路29が図2のセンサー回路11に相当する。抵抗23はNTCサーミスタ21の直線化補正（リニアライズ）用抵抗である。発振回路29の発振周波数は、NTCサーミスタ21と抵抗23の合成抵抗値とコンデンサ22の容量の積に反比例し、計測温度上昇に伴いNTCサーミスタ21の抵抗値が減少すると、発振回路29の発振周波数は高くなる。

【0035】温度センサーであるNTCサーミスタ21が計測した温度情報を発振周波数に変換した発振回路29の出力101は、分周器（カウンタ）25に入力さ

れ、キャリア信号102とバースト発生タイミング信号103に変換される。バースト発生タイミング回路26は、バースト発生タイミング信号103により、キャリア信号102をON/OFFさせるタイミングを生成して、バースト信号104を発生させる。従って、バースト信号104のバースト発生時間間隔は、バースト発生タイミング信号103の周期時間の減少、すなわち計測温度の上昇により短くなる。発振回路29の出力101をバースト信号104に変換するまでが、図2の変調回路12に相当する。

【0036】バースト信号104は、トランジスタ28を介して送信アンテナ27に伝わり、無線伝送される。

【0037】この時に無線伝送される信号は、図9の無線信号のようになる。周期 T_c で繰り返し発生するキャリア信号でバースト波68を構成し、このバースト波68の発生時間間隔 T_s が計測温度の情報を表している。

【0038】また無線周波数であるキャリア信号102の周波数は、スイッチ30で構成されるキャリア周波数切換回路で切り換えることができ、本計測装置を複数台同時に使用する場合には各々の計測装置で異なった無線周波数を使用することができる。

【0039】図5(a)は本発明に係る、真空チャンバー内の情報として温度を計測する多点計測用の情報計測装置の送信回路図1である。

【0040】温度センサーであるNTCサーミスタ31を3個使用し、その各々に図4で示した発振回路29が接続され、各センサーそれぞれから発振回路出力111が出力される。発振回路29の発振周波数は、NTCサーミスタ31の温度上昇に伴い高くなる。温度センサーの計測した温度情報を発振周波数に変換した発振回路の出力111は、選択器（セレクタ）36に入力される。

【0041】抵抗33、コンデンサ32、及びインバータ34で構成される基準発振回路38は、3つの発振回路29の出力111をひとつずつ順に選択して無線伝送させる役割と、3つの発振回路の出力すなわち各センサーの識別信号の役割、さらには真空チャンバー内の環境変化あるいは送信回路部全体の経時変化により発生する計測誤差を検出する誤差検出回路の役割を果たしている。

【0042】基準発振回路38の出力112は分周器35の入力に接続され、分周器35の出力114、115、116の原振となっている。分周器35の出力114、115、116は、選択器36の選択信号入力に接続される。選択器36はこの出力114、115、116に従ってD0～D3の入力信号を順に選択器36の出力113に掛けていく。選択器36の出力113は無線回路37に入力される。無線回路37は、入力された信号のタイミングで無線キャリア周波数の送信オンオフを行い入力信号を無線伝送する。

【0043】また、基準発振回路38の出力112は選

振器36の入力にも接続されており、その結果無線回路37から伝送される無線信号は図8(a)のようになる。キャリア信号によるバースト波69を含んだ信号61、62、63、64は、信号61が基準発振回路38からの出力、信号62、63、64がそれぞれが発振回路29からの出力となり、この順で繰り返し信号が発生している。各信号の間には信号発振時間Tと同じ時間だけ無信号状態があり、連続的に信号を送信する場合に比べて消費電力的に有利である。基準発振回路38からの出力である信号61は、信号62、63、64の認識に

利用、つまり各センサーの識別信号の役割を担っており、基準発振回路38の発振周波数は、温度変化に伴う発振回路29の発振周波数の変化範囲外に設定することで他の信号と弁別でき、上記の役割を果たせる。

【0044】さらに基準発振回路38は、発振回路29と同種の回路構成とすることで、発振回路29に起こる真空チャンバー内の環境変化あるいは送信回路部全体の経時変化による回路素子等の数値変化がもたらす発振周波数のずれを検出することができる。発振回路29と基準発振回路38はほぼ同じ構成の発振回路形態を持っているので、周辺環境変化や経時変化がもたらす回路系を原因とする発振周波数のずれは同じ比率で変化していく。そのため、基準発振回路38の発振周波数の変化を監視していれば各センサーの誤差分を計算することができる。図8(a)において基準発振回路38の出力である信号61の初期周波数を f_1 とし、ある時点でのセンサーの計測周波数が f_s で、その時点での信号61の周波数が f_2 であった場合、誤差分を除いた補正後のセンサーの計測周波数 f は、

$$f = f_s \times (f_1 / f_2)$$

で計算できる。このように基準発振回路38は、計測誤差を検出する誤差検出回路の役割を果たしている。

【0045】図5(b)は本発明に係る、真空チャンバー内の情報として温度を計測する多点計測用の情報計測装置の送信回路図2である。

【0046】センサーを複数個使用する場合は、図5(a)に示したように無線周波数を一波のみ使用して各々のセンサーから得られる情報を一つずつ順に時分割で送受信する方法の他に、送受信に使用する無線周波数を複数波使用する方法がある。

【0047】図5(b)の回路図がそれにあたり、温度センサーであるNTCサーミスタ31を3個使用し、その各々に図4で示した発振回路29が接続され、各センサーそれぞれから発振回路出力111が出力される。温度センサーが計測した温度の情報を発振周波数に変換した各々の発振回路の出力111は、それぞれ別の無線回路37に入力される。それぞれの無線回路37は、入力された信号のタイミングでそれぞれ異なった無線キャリア周波数の送信オンオフを行い入力信号を無線伝送する。

【0048】無線信号は図8(b)のように、異なったキャリア周波数を持つバースト波65、66、67が連続的に発生する信号として同時に伝送される。無線信号A、B、Cにおけるバースト波65、66、67の発生間隔時間 T_1 、 T_2 、 T_3 がそれぞれのセンサーが計測した温度の情報を表している。

【0049】図10は本発明に係る、デジタルデータを伝送する温度計測装置の送信回路図である。

【0050】図4、図5(a)、図5(b)の構成ではセンサーにつながる発振回路の発振周波数、つまり図9のバースト波のように発振回路から発生する連続パルスの発生時間間隔 T_s が温度の情報を表し、その連続パルスの発生時間間隔 T_s で無線キャリア周波数の送信オンオフを行い、図9の無線信号のようにバースト波68を無線伝送している。それに対しセンサーの計測する計測情報をデジタルデータに変換し、変換したデジタルデータコードの1、0を図9のデジタルコードのようにバースト波のある無しに割り当てて無線伝送する方法がある。

【0051】図10の回路図がそれにあたる。温度センサーであるNTCサーミスタ71と抵抗72は直列に接続され、定電圧が加えられている。NTCサーミスタ71と抵抗72の抵抗比で分圧された電圧121は、温度センサーであるNTCサーミスタ71の検出する温度により変化する。電圧121はバッファアンプ73を通してシリアルA/Dコンバータ74に接続され、ここで温度情報はシリアル化されたデジタルコード列に変換される。シリアル化されたデジタルコード列であるA/Dコンバータ74の出力122は無線回路75に入力され、入力された信号のタイミングで無線キャリア周波数の送信オンオフを行い入力信号を無線伝送される。

【0052】図6は本発明に係る、多点計測用の膜厚計測送信回路図である。

【0053】センサーに生成する膜厚(膜重量)により振動周波数が安定的に変化する膜厚計測用水晶振動子41を3個使用し、その各々に抵抗、コンデンサ、及びインバータから構成される発振回路42が接続され、各膜厚センサーそれぞれから発振回路出力131が出力される。発振回路42の発振周波数は、水晶振動子41に成膜される膜厚の厚みに比例して低くなる。膜厚センサーの計測した膜厚情報を発振周波数に変換した発振回路の出力131は、分周器43を介して分周されたのちに選択器(セレクト)44に入力される。

【0054】抵抗、コンデンサ、及びインバータから構成される基準発振回路47は、3つの発振回路42の出力131からひとつずつ順に選択して無線伝送させる役割と、3つの発振回路の出力すなわち各センサーの識別信号の役割、さらには真空チャンバー内の環境変化あるいは送信回路部全体の経時変化により発生する計測誤差を検出する誤差検出回路の役割を果たしている。

【0055】基準発振回路47の出力132は分周器46の入力に接続され、分周器46の出力134、135、136の原振となっている。分周器46の出力134、135、136は、選択器44の選択信号入力に接続される。選択器44はこの出力134、135、136に従ってD0～D3の入力信号を順に選択器の出力133に乘せていく。選択器44の出力133は無線回路45に入力される。無線回路45は、入力された信号のタイミングで無線キャリア周波数の送信オンオフを行い入力信号を無線伝送する。

【0056】また、基準発振回路47の出力132は選択器44の入力にも接続されており、その結果無線回路45から伝送される無線信号は図8(a)のようになる。キャリア信号によるバースト波69を含んだ信号61、62、63、64は、信号61が基準発振回路47からの出力、信号62、63、64がそれぞれが分周器43を介した発振回路42からの出力となり、この順で繰り返し信号が発生している。各信号の間には信号発振時間Tと同じ時間だけ無信号状態があり、連続的に信号を伝送する場合に比べて消費電力的に有利である。基準発振回路47からの出力である信号61は、信号62、63、64の認識に利用、つまり各センサーの識別信号の役割を担っており、基準発振回路47の発振周波数は、温度変化に伴う発振回路42の発振周波数の変化範囲外に設定することで他の信号と弁別でき、上記の役割を果たせる。

【0057】さらに基準発振回路47は、発振回路42と同種の回路構成とすることで、発振回路42に起こる真空チャンバー内の環境変化あるいは送信回路部全体の経時変化による回路素子等の数値変化がもたらす発振周波数のずれを検出することができる。発振回路42と基準発振回路47はほぼ同じ構成の発振回路形態を持っているので、周辺環境変化や経時変化がもたらす回路系を原因とする発振周波数のずれは同じ比率で変化していく。そのため、基準発振回路47の発振周波数の変化を監視していれば各センサーの誤差分を計算することができる。図8(a)において基準発振回路47の出力である信号61の初期周波数を f_1 とし、ある時点でのあるセンサーの計測周波数が f_s で、その時点での信号61の周波数が f_2 であった場合、誤差分を除いた補正後のセンサーの計測周波数 f は、

$$f = f_s \times (f_1 / f_2)$$

で計算できる。このように基準発振回路47は、計測誤差を検出する誤差検出回路の役割を果たしている。

【0058】図7は本発明に係る、受信回路図である。

【0059】センサーの計測した情報をキャリア信号によるバースト波の発生時間間隔に変換して、無線伝送されてきた信号は、受信アンテナ51でとらえられ、RFアンプ52で増幅されたのちに復調回路53に入力される。復調回路53では無線のキャリア周波数に同調して

指定周波数の信号を弁別したあと、ローパスフィルタを通してキャリア信号を排除し、センサーの計測した情報であるパルス信号のみを出力する。つまり図9における無線信号からパルス信号を生成する。センサーの計測した情報であるパルス信号に変換された復調回路53の出力141は、カウンタ55に入力される。カウンタ55では、復調回路53の出力141のパルス時間間隔を基準発振器56の刻む時間単位で計測する。カウンタ55でカウントされた結果142はマイクロコンピュータ等に読み込まれ、センサーの計測した真の情報に最終変換され、センサー計測値を得ることができる。

【0060】復調回路53では、送信装置側にキャリア周波数切換回路がありキャリア周波数を切り換えることができる場合には、キャリア周波数に同調する周波数を送信装置側の設定したキャリア周波数に合わせて変更する。

【0061】また図5(b)に示したように、複数の送受信に使用する無線周波数を複数波を使用する場合は、使用する無線周波数の数と同じだけ図7の構成をとればよい。

【0062】さらに図10に示したようなセンサーの計測した情報をデジタルデータに変換してシリアル伝送されてくる場合は、カウンタ55の代わりにシリアルデータを認識するシリアルデータ変換回路を構成すればよい。

【0063】コンパレータ54は復調回路53の出力141を入力し、無線の受信状態の良否を監視するモニター回路となっている。受信状態に問題がなければ出力141のパルス発生間隔で規則的にLED57が点滅し、受信状態が悪いか受信していないときはLED57は点灯または消灯したままの状態、あるいは不規則的に点滅する。

【0064】本実施例は無線伝送の変調形態として、センサーの計測した情報をキャリア信号によるバースト波の発生時間間隔に変換して無線伝送するパルス変調の形態をとっているが、パルス変調の代わりに周波数変調(FM変調)方式あるいは振幅変調(AM変調)方式を採用するものであっても、当然本出願人の意図する範中をでるものではない。真空チャンバー内に配置する送信回路部に使用する材料からは、そのまま何の対策も施さないと、被処理基板の加工処理に不都合な放出ガスが発生する。そのため真空チャンバー内に配置する送信回路部の周囲には、放出ガスを遮断する材料で覆うか、あるいは送信回路部に放出ガスを遮断する処理を施す。

【0065】真空チャンバー内に配置する送信装置は、図12(b)に示すようにセンサー83が1個ないし複数個電気ケーブル85で接続された回路部81と電池部82とで構成されている。図12(b)では回路部81と電池部82は放出ガスを遮断するシール材あるいは接着剤で固められており、真空チャンバー内を汚すことが

ない。センサー 8 3 及び電気ケーブル 8 5 は放出ガスの出ないチューブで覆われている。

【0066】真空チャンバー内に配置する回路部の電源は、一次電池あるいは二次電池あるいはその両方を併用して使用する。

【0067】図 1 2 (a)、図 1 2 (b) は本発明に係る、真空チャンバー内の回路部及び電池構成図 1、2 である。

【0068】真空チャンバー内に配置する送信装置は、センサー 8 3 が 1 個ないし複数個電気ケーブル 8 5 で接続された回路部 8 1 と電池部 8 2 とで構成される。回路部 8 1 と電池部 8 2 は電源端子となっているコネクタ 8 4 で接続される。

【0069】送信装置を使用しない場合は、図 1 2 (a) のように回路部 8 1 と電池部 8 2 は分離しており、回路部 8 1 に電源も供給されていない。送信装置を使用する際には、図 1 2 (b) のように回路部 8 1 と電池部 8 2 をコネクタ 8 4 で接続し、接続と同時に回路に電源が供給され送信装置として動作が開始される。

【0070】この構成により電源スイッチ等の部品が不要となり、また送信装置から放出される放出ガスを遮断する目的で使用する材料に覆われていない部分を、コネクタ 8 4 の一部といった必要最小限に押さえることができる。

【0071】図 1 2 (c) は本発明に係る、真空チャンバー内の回路部及び電池接続回路図である。

【0072】センサー 8 3 が 1 個ないし複数個電気ケーブル 8 5 で接続された回路部 8 1 と電池部 8 2 は電源端子となっているコネクタ 8 4 で接続されている。電池部 8 2 には、電池 8 6 と電池電圧出力を定電圧化している三端子レギュレータ 8 7 及び平滑化コンデンサ 8 8 で構成されている。

【0073】電池の出力電圧は電池の消費と共に低下し、送信装置の性能に影響してくる。そのため、三端子レギュレータ 8 7 と平滑化コンデンサ 8 8 で構成される定電圧回路を使用して、回路部 8 1 に供給する電源電圧の安定化をはかっている。また、定電圧回路を挿入することで、回路部 8 1 に供給する電源電圧が初期電池電圧に比べて低くなるので低消費電力も実現でき、電池寿命が伸びる。

【0074】もちろん定電圧回路は、回路部 8 1 側にあってもよい。

【0075】本発明の情報計測装置の計測精度を向上させるためには、本情報計測装置を実際に真空チャンバー内で使用する前に、補正値を実測しておく。補正値は、本計測装置のセンサーにより計測する情報を、計測している情報の真の情報量に合わせこむために使用するもので、本計測装置のセンサーにより計測する情報に対して補正値を加える、あるいはかけあわせることで真の情報量を得ようというものである。つまり、本計測装置のセ

ンサーにより計測する情報と、本計測装置のセンサーとは別のセンサーで計測する情報を、両センサーの計測情報の差あるいは比、または本計測装置とは別のセンサーで計測する情報自体を補正値として、本計測装置のセンサー計測範囲内の複数ポイントにおいて収集できるように、計測情報量を制御しながらあらかじめ算出して記憶しておき、真空チャンバー内で本計測装置のセンサーにより計測した情報を前記補正値により補正する。

【0076】例えば、計測する情報として温度を考える。温度を可変できる恒温槽内に本計測装置のセンサーと、本計測装置のセンサーとは別の温度センサーを入れ、本計測装置のセンサーの計測可能範囲内で温度を可変して、両センサーの計測値を複数点にわたって得る。得られた両センサーからの温度計測値間の差あるいは比を計算し、計算した結果を補正値として記憶しておく。仮にある温度 T において本計測装置のセンサーから得られた計測値を T 1、別の温度センサーから得られた計測値を T 2 とすると、補正値 C は、

$$C = T 2 - T 1$$

といった形で得られる。この時、別の温度センサーが得ることができる温度計測値は、本計測装置のセンサーが得ることができる温度計測値よりも十分に精度が高くなければならず、実温度 T に対し、

$$T 2 = T$$

がほぼ満たされているとする。この補正値を、温度を変更しながら複数点収集し記憶しておく。図 1 1 は本発明に係る計測情報補正グラフ図であり、前述の複数点収集した補正値をグラフ化したものである。横軸の本計測装置のセンサーが計測した計測値に対して、縦軸の補正値を関連付けしている。

【0077】本計測装置を真空チャンバー内で実際に使用する際には、図 1 1 の補正値に従い、本計測装置のセンサーが計測した計測値を修正する。仮に本計測装置のセンサーが計測した温度が図 1 1 の T a であったとすると、温度計測結果 T は補正値 C a を加え、

$$T = T a + C a$$

で得られる。

【0078】補正値として上記のように真値との差を記憶しておく方法の他に、真値との比を記憶して使用方法や、本計測装置のセンサーが計測した値と真値の両方を記憶しておき、本計測装置のセンサーが計測した計測値に対して真値を参照する方法でもよい。

【0079】図 1 3 は本発明に係る、真空プロセス管理図である。

【0080】本発明の真空チャンバー内の情報計測装置として、真空装置 9 1 の真空チャンバー内に送信部 9 5 が、真空装置 9 1 の外部に受信部 9 4 が設置されている。真空装置 9 1 の前後工程には、真空装置 9 1 を含め、被処理基板を加工処理する真空装置あるいはその他のプロセスを構成する装置または工程 9 2、9 3 が配置

されている。被処理基板は図中の工程の流れ96にそって順に加工されていく。受信部94が得た真空装置91の真空チャンバー内の情報は、情報の流れ97にそって真空装置91、真空装置あるいはその他のプロセスを構成する装置または工程92、93に伝えられ、各装置または工程において被処理基板の加工条件を変更する制御情報として使用される。

【0081】受信部94が得た真空装置91の真空チャンバー内の情報は、真空装置91の直近の前後工程のみにかかわらず、真空装置91が処理対象としている被処理基板が関連する全ての装置、工程に利用することができる。

【0082】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、真空チャンバー内に情報を計測するためのセンサーを配し、このセンサーにより計測したデータを無線で真空チャンバー外へ送信し、真空チャンバー外に設けた受信機で受信して真空チャンバー外に伝達することにより、どのような構成の真空装置であっても、真空チャンバー内の情報、特に被処理基板表面の情報を簡単にかつ時系列的に測定し、真空チャンバーの外に伝達できるという効果を有する。また本発明の装置を真空チャンバー内に設置する際には、真空気密を破るような工事または改造を一切必要としないで設置できるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例に係る真空チャンバー内の情報計測装置図である。

【図2】本発明の一実施例に係る多点計測用の真空チャンバー内の情報計測装置図である。

【図3】本発明の一実施例に係る真空チャンバー内の情報計測装置の主要構成図である。

【図4】本発明に係る温度計測送信回路図である。

【図5】(a)本発明に係る多点計測用の温度計測送信回路図1である。

(b)本発明に係る多点計測用の温度計測送信回路図2である。

【図6】本発明に係る多点計測用の膜厚計測送信回路図である。

【図7】本発明に係る受信回路図である。

【図8】(a)本発明に係る複数波使用の無線信号図である。

(b)本発明に係る一波使用の無線信号図である。

【図9】本発明に係る情報の変換信号図である。

【図10】本発明に係るデジタルデータを伝送する温度計測送信装置の送信回路図である。

【図11】本発明に係る計測情報補正グラフ図である。

【図12】(a)本発明に係る真空チャンバー内の回路部及び電池構成図1である。

(b)本発明に係る真空チャンバー内の回路部及び電池構成図2である。

(c)本発明に係る真空チャンバー内の回路部及び電池接続回路図である。

【図13】本発明に係る真空プロセス管理図である。

【図14】従来の真空チャンバー内の情報計測装置図である。

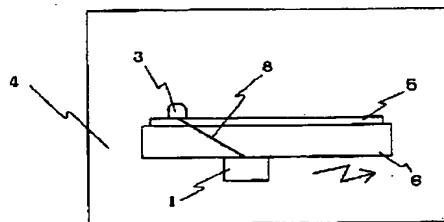
【符号の説明】

- 1・・・送信機及びセンサー情報処理装置
- 2・・・受信機及びセンサー情報処理装置
- 3・・・センサー
- 4・・・真空チャンバー
- 5・・・被処理基板
- 6・・・被処理基板ホルダー
- 7・・・センサー信号処理装置
- 8、85・・・電気ケーブル
- 11・・・センサー回路
- 12・・・変調回路
- 13・・・送信回路
- 14、27・・・送信アンテナ
- 15、51・・・受信アンテナ
- 16・・・受信回路
- 17、53・・・復調回路
- 18・・・処理・表示手段
- 19・・・無線情報
- 21、31、71・・・NTCサーミスタ
- 22、32・・・コンデンサ
- 23、33、72・・・抵抗
- 24、34・・・インバータ
- 25、35、43、46・・・分周器
- 26・・・バースト発生タイミング回路
- 28・・・トランジスタ
- 29、42・・・発振回路
- 30・・・スイッチ
- 36、44・・・選択器
- 37、45、75・・・無線回路
- 38、47・・・基準発振回路
- 41・・・膜厚計測用水晶振動子
- 52・・・RFアンプ
- 54・・・コンパレータ
- 55・・・カウンタ
- 56・・・基準発振器
- 57・・・LED
- 61・・・基準発振回路からの出力
- 62、63、64・・・分周器からの出力
- 65、66、67、68、69・・・バースト波
- 73・・・バッファアンプ
- 74・・・シリアルA/Dコンバータ
- 81・・・回路部
- 82・・・電池部
- 83・・・センサー
- 84・・・コネクタ

17

- 86・・・電池
 87・・・三端子レギュレータ
 88・・・平滑化コンデンサ
 91・・・真空装置
 92、93・・・真空装置あるいはその他のプロセスを構成する装置または工程
 94・・・受信部
 95・・・送信部
 96・・・工程の流れ
 97・・・情報の流れ
 101、111、131・・・発振回路の出力

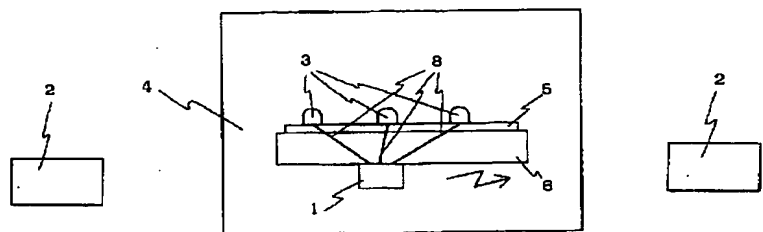
【図1】



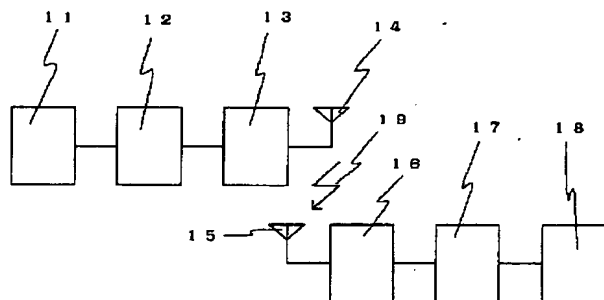
18

- 102・・・キャリア信号
 103・・・バースト発生タイミング信号
 104・・・バースト信号
 112、132・・・基準発振回路の出力
 113、133・・・選択器の出力
 114、115、116、134、135、136・・・分周器の出力
 121・・・分圧された電圧
 122・・・A/Dコンバータの出力
 10 141・・・復調回路の出力
 142・・・カウンタでカウントされた結果

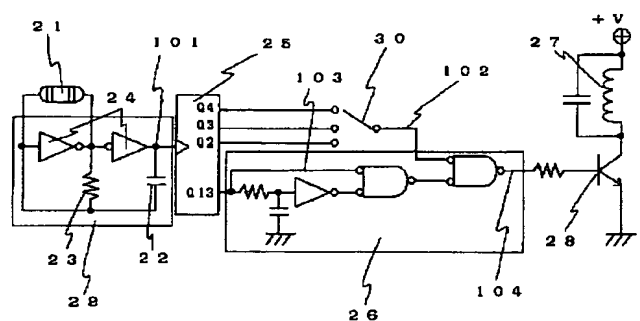
【図2】



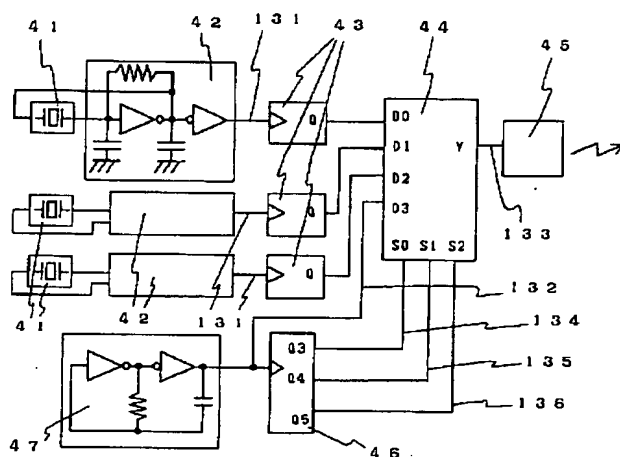
【図3】



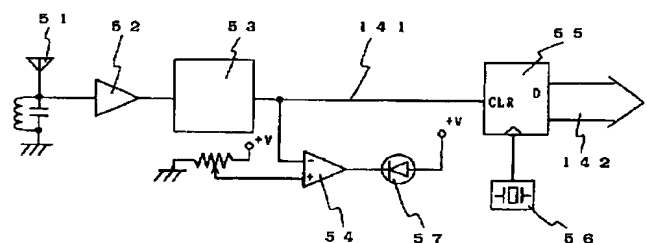
【図4】



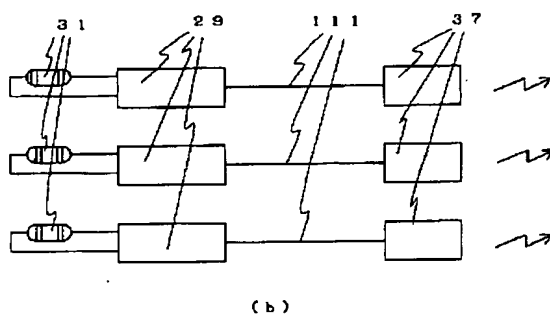
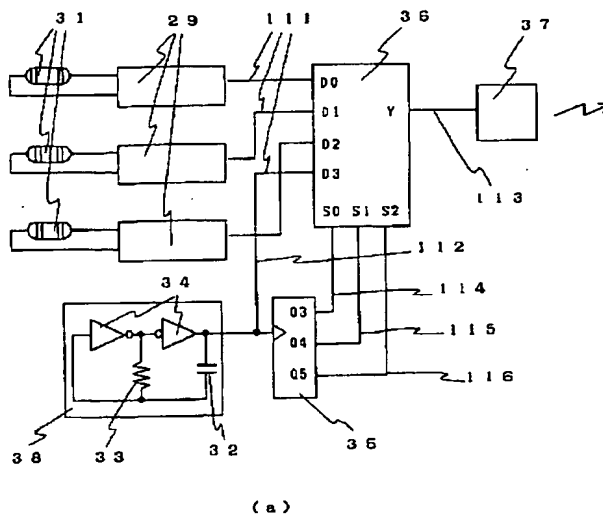
【図6】



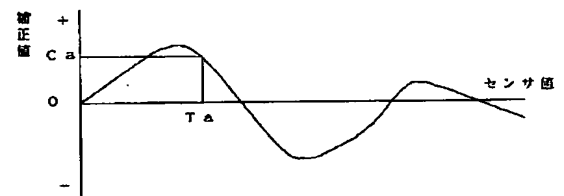
【図7】



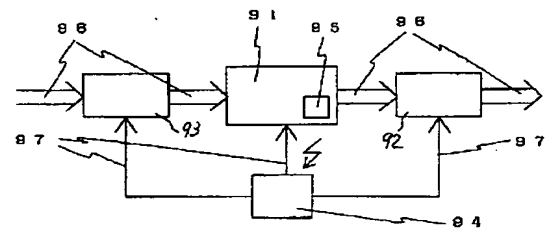
【図5】



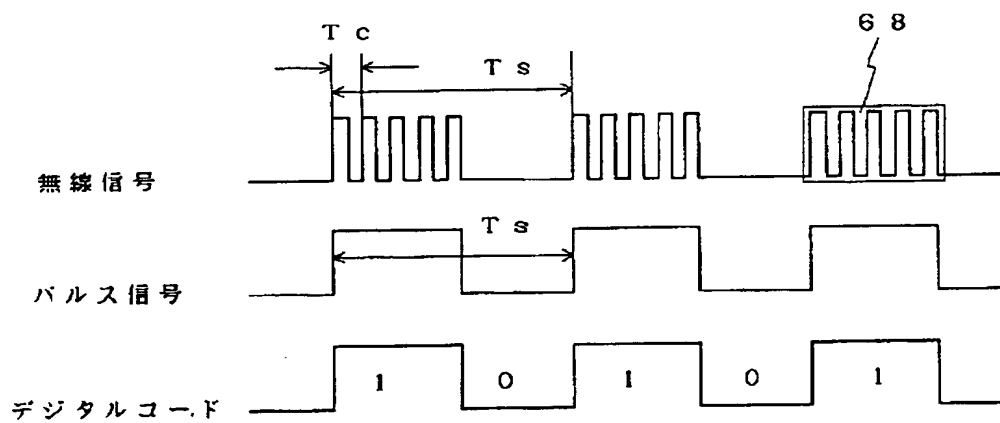
【図11】



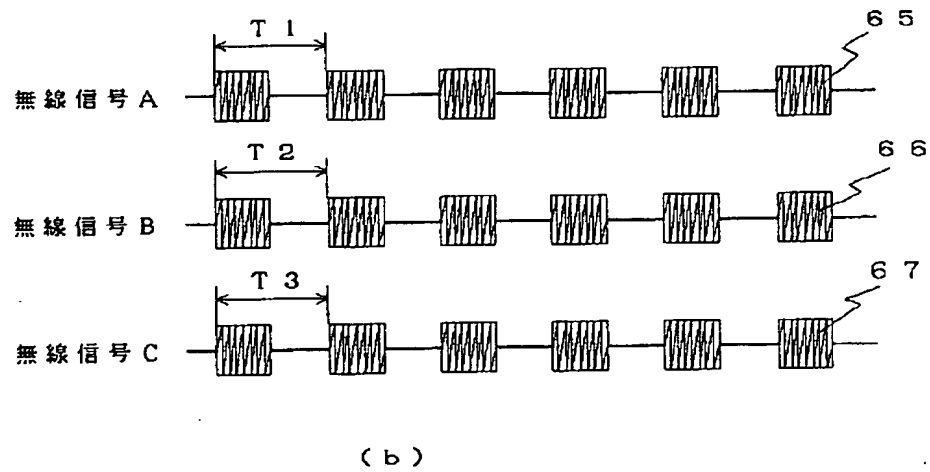
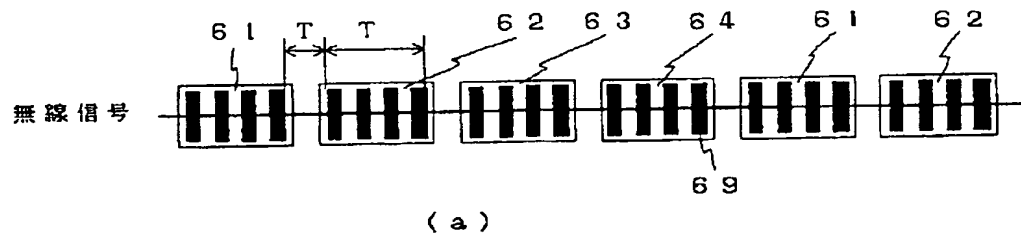
【図13】



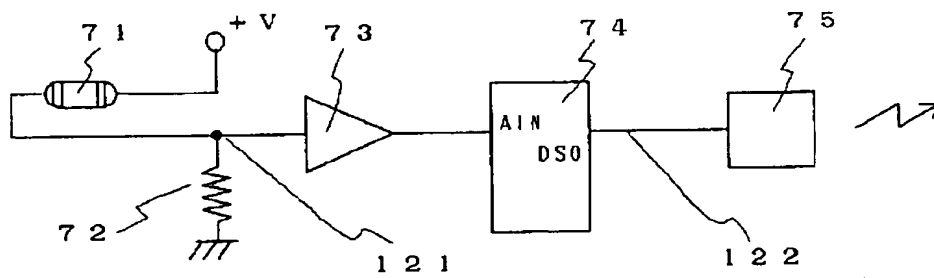
【図9】



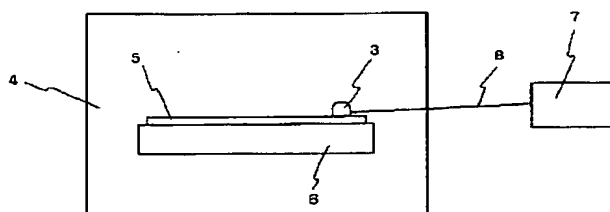
【図8】



【図10】



【図14】



【図12】

